

**PENGARUH UKURAN BAHAN TERHADAP RENDEMEN DAN
KARAKTERISTIK MINYAK ATSIRI RIMPANG TEMU HITAM
(*Curcuma aeruginosa* Roxb.) DENGAN METODE EKSTRAKSI REFLUKS
DAN EKSTRAKSI ULTRASONIK**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh:

MAHDIKA WUNING SAHRADANI

D 500 140 113

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH UKURAN BAHAN TERHADAP RENDEMEN DAN
KARAKTERISTIK MINYAK ATSIRI RIMPANG TEMU HITAM
(*Curcuma aeruginosa* Roxb.) DENGAN METODE EKSTRAKSI REFLUKS
DAN EKSTRAKSI ULTRASONIK**

PUBLIKASI ILMIAH

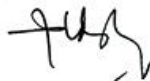
oleh:

MAHDIKA WUNING SAHRADANI

D 500 140 113

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D.

NIDN. 0601106801

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH UKURAN BAHAN TERHADAP RENDEMEN DAN
KARAKTERISTIK MINYAK ATSIRI RIMPANG TEMU HITAM
(*Curcuma aeruginosa* Roxb.) DENGAN METODE EKSTRAKSI REFLUKS
DAN EKSTRAKSI ULTRASONIK**

**OLEH
MAHDIKA WUNING SAHRADANI
D500140113**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Rabu, 24 April 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

1. Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D.

(.....)

(Ketua Dewan Penguji)

2. Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D.

(.....)

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Kun Harismah, M.Si., Ph.D.

(.....)

(Anggota II Dewan Penguji)



Dekan,

Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

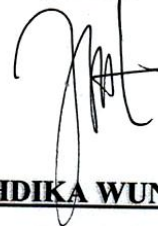
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 24 April 2019

Penulis



MAHDIKA WUNING S

D500140113

**PENGARUH UKURAN BAHAN TERHADAP RENDEMEN DAN
KARAKTERISTIK MINYAK ATSIRI RIMPANG TEMU HITAM
(*Curcuma aeruginosa* Roxb.) DENGAN METODE EKSTRAKSI REFLUKS
DAN EKSTRAKSI ULTRASONIK**

Abstrak

Temu hitam merupakan salah satu tanaman yang berpotensi sebagai penghasil minyak atsiri. Minyak atsiri rimpang temu hitam mempunyai potensi sebagai antioksidan, antijamur, antibakteri, anthelmintik, dan antiinflamasi. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh variasi ukuran bahan (melingkar, memanjang, dadu) dari rimpang temu hitam terhadap rendemen, sifat fisik, dan komponen kimia minyak atsiri rimpang temu hitam pada metode ekstraksi refluks dan ekstraksi ultrasonik. Proses pengambilan minyak atsiri dalam penelitian ini menggunakan etanol 96% sebanyak 400 ml sebagai pelarut dengan bobot simplisia yang digunakan sebanyak 100 g. Dari hasil penelitian didapatkan warna minyak coklat tua jernih dengan bau khas temu hitam. Nilai densitas berkisar antara 0,8417 – 0,8724 g/ml dan nilai indeks bias berkisar antara 1,3422 – 1,3487. Rendemen terbesar dihasilkan pada variasi ukuran bahan memanjang pada metode ekstraksi refluks sebesar 4,989%. Hasil uji GC-MS diperoleh 29 komponen utama, dengan delapan komponen senyawaan dominan yaitu, *2,4-Di-spironorbornylcyclobuta-1,3-dione*, *Curdione/Neurocurdion*, β -elemen, *Curzerene*, *Valerenal/Iso-Vellerdiol*, *Elemene*, *Germacrone* dan *Curcumol*.

Kata kunci: rimpang temu hitam, ukuran bahan, refluks, ultrasonik

Abstract

Curcuma aeruginosa Roxb. is a plant that potentially produce essential oils. *Curcuma aeruginosa* Roxb. rhizome essential oil may potentially be used as antioxidant, antifungal, antibacterial, anthelmintic, and antiinflammatory. The aim of this research was to assess of various effect of the material size (circular, elongated, dice) from the *Curcuma aeruginosa* Roxb. rhizome on yield, physical properties, and chemical components of *Curcuma aeruginosa* Roxb. rhizome essential oil on reflux extraction and ultrasonic extraction. The process of extracting essential oil in this study using 96% ethanol as much as 400 ml as a solvent with a sympathetic weight used for 100 gr. Results of this research was the color of clear dark brown oil with a distinctive black odor was obtained. The density values range from 0,8417 – 0,8724 g/ml and the refractive index values range from 1,3422 – 1,3487. The largest yield was generated in variations in elongated material size in the reflux extraction method of 4,989%. The results of GC-MS obtained 29 main components, with eight components of the dominant compounds namely, *2,4-Di-spironorbornylcyclobuta-1,3-dione*, *Curdione/Neurocurdion*, β -elemen, *Curzerene*, *Valerenal/Iso-Vellerdiol*, *Elemene*, *Germacrone* and *Curcumol*.

Keywords: *Curcuma aeruginosa* Roxb. rhizome, material size, reflux, ultrasonic

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai salah satu negara penghasil minyak atsiri (*essential oils*) terbesar di dunia memiliki sekitar 40 jenis tanaman penghasil minyak atsiri dari total sekitar 150 jenis minyak atsiri yang diperdagangkan di pasar Internasional (Gunawan, 2009). Minyak atsiri merupakan komoditas bahan alami yang diperoleh dari bagian tanaman baik dari akar, batang, kulit, daun, bunga, biji maupun rimpang (Guenther, 1990).

Temu hitam (*Curcuma aeruginosa* Roxb.) merupakan salah satu tanaman yang berpotensi sebagai penghasil minyak atsiri. Tanaman ini masuk dalam genus *Curcuma* yang memiliki sekitar 70 spesies, tidak kurang dari 20 spesies ada di Indonesia dan 16 spesies diantaranya berada di Pulau Jawa (Afifah dkk., 2003).

Pada penelitian yang telah dilakukan, diketahui adanya banyak manfaat dari kandungan rimpang temu hitam diantaranya, kandungan kurkumin dan minyak atsiri yang dapat digunakan sebagai pembasmi cacing dan meningkatkan metabolisme tubuh (Kartasapoetra, 2004). Flavonoid yang berpotensi sebagai antioksidan (Rachman dkk., 2008). Ekstrak etanol dan ekstrak etil asetat yang memiliki efek antijamur dan antibakteri (Sundari dan Winarno, 2001; Philip dkk., 2009). *Sesquiterpene* dan *monoterpene* sebagai antibakteri (Kamazeri dkk., 2012). *Monoterpene* (*1,8-cineol* dan *camphor*) yang berpotensi sebagai racun dengan merusak membran organela sel (Yuliatwati dan Hestianah, 2010). Adapun kandungan senyawa beracun lainnya yang dapat menginduksi apoptosis hepatosit yaitu *methyltetracyclo*, *tetradecane*, *epicurzerenon*, dan *cis-1,3-dimethyl-2-methylenecyclohexane* (Hestianah dkk., 2012).

Pengambilan minyak atsiri rimpang temu hitam biasa dilakukan dengan menggunakan metode distilasi, dikarenakan prosesnya yang mudah dan sederhana. Akan tetapi metode ini belum maksimal karena membutuhkan konsumsi energi yang tinggi dan kontak berkepanjangan antara tanaman dengan air pada suhu tinggi dapat menyebabkan perubahan komposisi kimia minyak atsiri akibat adanya hidrolisis (Jan dkk., 2012). Metode lain yang dapat digunakan dalam pengambilan minyak atsiri dari rimpang temu hitam yaitu ekstraksi refluks dengan kemampuannya mengekstrak sampel bertekstur kasar dan ekstraksi

ultrasonik dengan konsumsi energinya yang rendah (Irawan, 2010; Gunes dkk., 2015). Beberapa variabel yang dapat mempengaruhi hasil ekstraksi antara lain variasi ukuran bahan, rasio massa bahan dengan pelarut, suhu ekstraksi dan waktu ekstraksi. Adapun kajian variabel-variabel ekstraksi dengan menggunakan metode konvensional (ekstraksi maserasi) telah dilakukan pada ekstraksi minyak atsiri rimpang temu hitam (Sari dan Cikta, 2016).

Berdasarkan penjabaran di atas, permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh variabel variasi ukuran bahan terhadap rendemen dan karakteristik minyak atsiri rimpang temu hitam dengan menggunakan metode ekstraksi refluks dan ekstraksi ultrasonik. Penelitian ini menggunakan pelarut etanol 96% dengan rasio berat bahan dan pelarut 100 g : 400 ml. Setelah proses ekstraksi selesai kemudian dilakukan uji *Gas Chromatography – Mass Spectrometry* (GC-MS) untuk mengetahui komponen yang terdapat dalam minyak atsiri rimpang temu hitam. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji metode ekstraksi yang tepat dalam mendapatkan ekstrak minyak atsiri rimpang temu hitam, mengetahui pengaruh ukuran bahan (melingkar, memanjang, dadu) terhadap rendemen dan karakteristik minyak atsiri rimpang temu hitam dan mengetahui komponen aktif yang terkandung dalam ekstrak rimpang temu hitam baik secara kuantitatif maupun kualitatif.

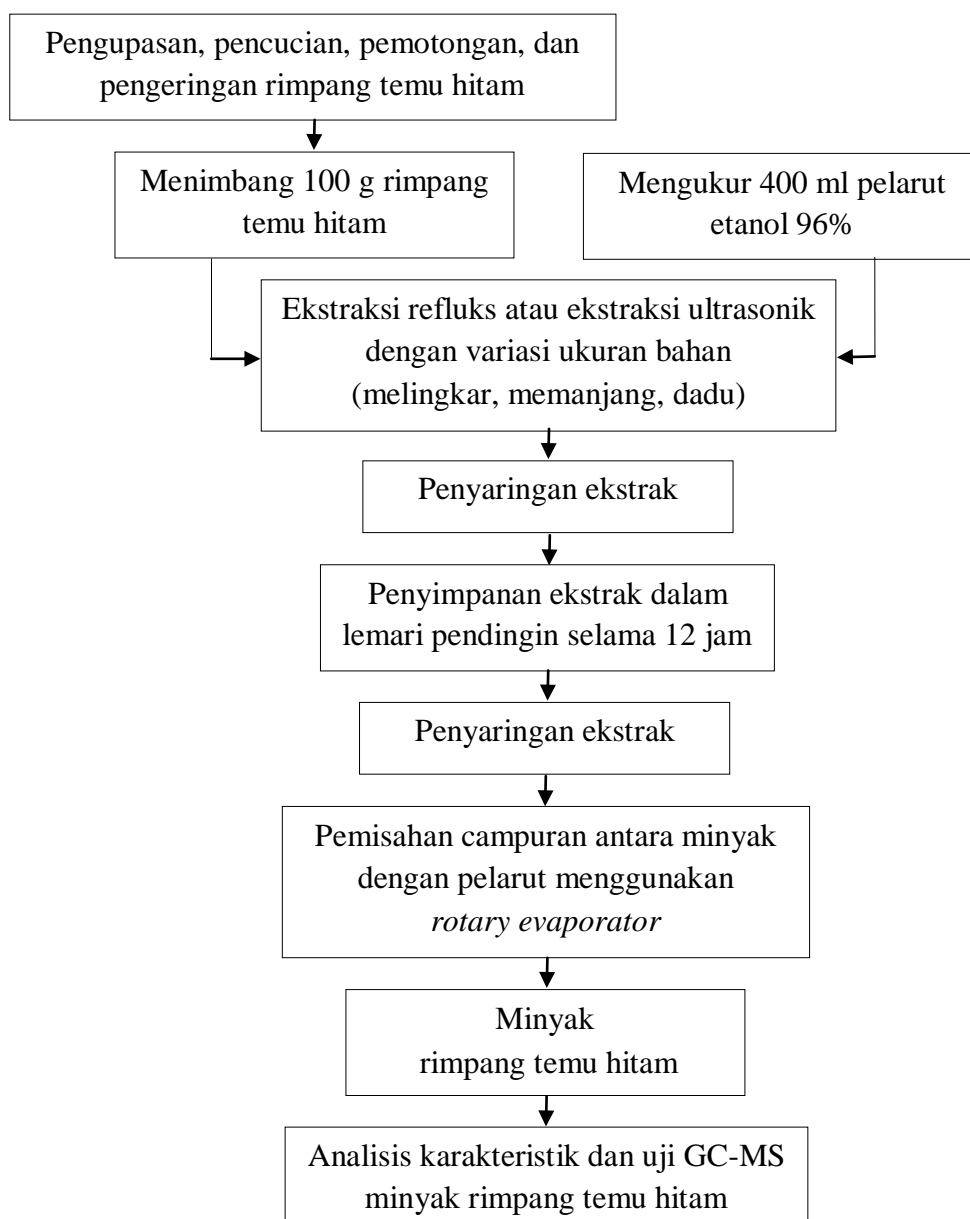
2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental, yaitu untuk mengukur pengaruh suatu variabel bebas yang dimanipulasi terhadap variabel tergantung dalam kondisi yang terkontrol. Analisa hasil percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor dengan variabel jenis metode ekstraksi dengan dua level percobaan dan variasi ukuran bahan dengan tiga level percobaan untuk mengetahui efek terhadap rendemen dan karakteristik minyak atsiri rimpang temu hitam.

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, variabel bebas, variabel tergantung, dan variabel kontrol. Variabel bebas yang digunakan yaitu jenis metode ekstraksi (ekstraksi refluks dan ekstraksi ultrasonik) dan variasi

ukuran bahan (melingkar, memanjang, dadu) dengan variabel tergantung rendemen dan karakteristik minyak atsiri rimpang temu hitam. Variabel kontrol yang digunakan yaitu rasio berat bahan dan pelarut (100 g : 400 ml), pelarut etanol 96%, suhu 60°C dan waktu ekstraksi dua jam.

Langkah-langkah dalam penelitian ini dimulai dari persiapan bahan baku, proses ekstraksi dan analisa karakteristik minyak. Langkah-langkah tersebut tersaji dalam diagram alir cara kerja pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Cara Kerja

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisa Minyak Atsiri Temu Hitam

Analisa minyak atsiri yang dilakukan meliputi, pengujian warna, bau, densitas, indeks bias dan pengujian menggunakan *Gas Chromatography – Mass Spectrometry* (GC-MS) untuk mengetahui komponen senyawa kimia minyak atsiri rimpang temu hitam. Hasil analisa minyak atsiri rimpang temu hitam disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2 berikut.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Analisa Minyak Atsiri Rimpang Temu Hitam

Parameter	Nilai	
	Penelitian yang telah ada (Rukmana, 2004)	Hasil Penelitian
Warna	Coklat tua	Coklat tua jernih
Bau	Khas	Khas
Densitas	0,9522 – 0,9741 g/ml	0,8417 – 0,8724 g/ml
Indeks Bias	1,4877 – 1,4964	1,3422 – 1,3487

Hasil analisa GC-MS menunjukkan adanya 29 senyawa yang teridentifikasi di dalam minyak atsiri rimpang temu hitam. Dari seluruh variabel percobaan terdapat delapan komponen sebagai senyawaan dominan yang ada pada semua variabel yaitu *2,4-Di-spironorbornylcyclobuta-1,3-dione*, *Curdione/Neocurdione*, *β -elemen*, *Curzerene*, *Valerenal/Iso-Vellerdial*, *Elemene*, *Germacrone*, dan *Curcumol*.

Dari Tabel 2 dapat diketahui jumlah dan macam komponen yang dihasilkan dari variasi ukuran bahan (melingkar, memanjang, dadu) dengan metode ekstraksi refluks didapatkan jumlah komponen masing-masing yaitu (25, 20, 18) dan untuk variasi ukuran bahan (melingkar, memanjang, dadu) dengan metode ekstraksi ultrasonik didapatkan jumlah komponen masing-masing yaitu (25, 20, 19). Variasi ukuran bahan melingkar dan memanjang menghasilkan jumlah komponen senyawaan kimia yang sama baik pada metode ekstraksi refluks maupun ekstraksi ultrasonik, sedangkan untuk variasi ukuran bahan dadu pada metode ekstraksi refluks menghasilkan 18 komponen senyawaan kimia dan pada ekstraksi ultrasonik menghasilkan 19 komponen senyawaan kimia.

Tabel 2. Komponen dan Komposisi Minyak Atsiri Rimpang Temu Hitam

Senyawa	Area (%) Ekstraksi Refluks			Area (%) Ekstraksi Ultrasonik		
	Melingkar	Memanjang	Dadu	Melingkar	Memanjang	Dadu
2,4-Di-spironorbornylcyclobuta-1,3-dione (ketene dimers)	34,36	34,47	37,61	35,61	34,63	37,41
(-)-.β.-Elemene/β.-elemen	12,45	17,97	19,12	12,94	18,12	18,08
Curdione/Neocurdione	10,95	23,95	22,11	14,95	24,01	24,3
Cyclohexane, 4-pentyl-1-(Propylcyclohexyl)	7,98	-	-	4,98	-	-
1,8-Cineole	3,03	-	-	2,34	-	-
Valerenal/Iso-Vellardiol	5,81	2,38	4,8	4,15	2,32	2,94
Iso-Velleral	2,92	-	-	1,89	-	-
Curzerene	2,39	3,09	3,33	2,67	3,25	3,28
Elemene	2,04	2,97	1,93	2,11	1,47	1,49
Isocurcumenol	4,7	-	-	2,96	-	-
Camphor	1,43	-	-	0,95	-	-
Germacrone	1,32	2,20	1,76	1,51	2,44	2,02
1,1,4,4-Tetramethyl-2-hydroxy-7-ethyl-tetraline	2,85	-	-	0,78	-	-
(E)-2,3,3-Trimethyl-2-(3'-methyl-1'.3'-butadien-1'-yl)-6-methylidencyclohexanone	2,13	-	-	1,58	-	-
2-Methyl-4-(2,6,6-trimethyl-cyclohex-1-enyl)-but-2-enal	1,19	1,19	-	-	-	-
Isospathulenol/Spathulenol	1,62	0,79	-	2,10	0,75	0,66
Dihydrolinderalactone	0,78	-	-	-	-	-
Verrucarol	0,70	2,01	-	1,63	2,07	1,97
Curcumol	0,71	2,97	3,01	1,15	2,94	2,57
Elemol	0,66	-	-	1,01	0,96	-
Alpha-Humulene	-	0,84	1,03	1,04	1,06	1,09
Seychellene	-	1,32	1,35	1,27	1,36	1,19
Dehydrosanssurea Lactone	-	-	1,31	1,21	1,22	1,24
Germacrene	-	-	0,50	0,60	-	0,61
Trans-caryophyllene	-	-	0,40	0,56	-	0,47
8-acetyl-5,5-dimethyl-nona-2,3,8-trienoic acid methyl ester	-	2,35	-	-	-	-
Dihydro-Neoclovene-(I)	-	0,87	1,13	-	0,69	0,69
Eremanthin	-	0,62	0,62	-	0,57	-
2 (1H)-Naphthalenone	-	-	-	-	2,13	-

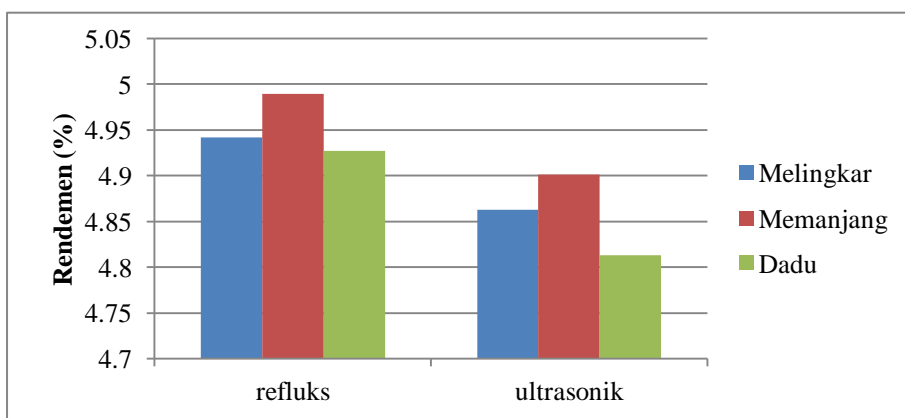
Perbedaan metode yang digunakan dalam ekstraksi minyak atsiri rimpang temu hitam mengakibatkan adanya perbedaan komponen senyawaan kimia yang dihasilkan. Beberapa komponen senyawaan kimia seperti, *2-Methyl-4-(2,6,6-Trimethyl-Cyclohex-1-Enyl)-But-2-Enal*, *Dihydrolinalactone*, *8-Acetyl-5,5-Dimethyl-Nona-2,3,8-Trienoic Acid Methyl Ester* hanya dihasilkan pada metode ekstraksi refluks dan komponen kimia *2(1H)-Naphthalenone* hanya dihasilkan pada metode ekstraksi ultrasonik.

3.2 Pengaruh Ukuran Bahan Terhadap Rendemen Minyak

Variasi ukuran bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu melingkar, memanjang, dan dadu. Ukuran bahan melingkar memiliki diameter 3 cm dan tebal 2 – 3 mm, ukuran bahan memanjang memiliki panjang 3 cm dan tebal 2 - 3 mm, dan ukuran bahan dadu memiliki panjang sisi 2 – 3 mm. Variasi ukuran bahan serta perbandingannya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Variasi Ukuran Bahan Rimpang Temu Hitam



Gambar 3. Rendemen Minyak Atsiri Rimpang Temu Hitam

Dari Gambar 3 dapat diketahui hubungan antara variasi ukuran bahan terhadap perolehan jumlah rendemen yang dihasilkan. Menurut teori semakin kecil ukuran bahan semakin banyak sel-sel yang pecah sehingga semakin luas bidang kontak antara bahan dan pelarut. Namun pengecilan ukuran yang lebih kecil lagi akan menghasilkan rendemen yang rendah, karena adanya penggumpalan bahan saat proses ekstraksi yang menyulitkan pelarut untuk menembus bahan tersebut sehingga sukar terekstraksi dan rendemen yang didapatkan sedikit (Nurmalina dkk., 2013). Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa hasil rendemen minyak terbanyak dari kedua metode ekstraksi sama yaitu dimulai dari variasi ukuran bahan memanjang, melingkar, dan dadu. Untuk variasi ukuran bahan memanjang pada metode ekstraksi refluks dan ekstraksi ultrasonik diperoleh jumlah rendemen masing-masing sebesar 4,989% dan 4,901%. Untuk variasi ukuran bahan melingkar pada metode ekstraksi refluks dan ekstraksi ultrasonik diperoleh jumlah rendemen masing-masing sebesar 4,942% dan 4,863% dan untuk variasi ukuran bahan dadu pada metode ekstraksi refluks dan ekstraksi ultrasonik diperoleh jumlah rendemen masing-masing sebesar 4,927% dan 4,813%. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa variasi ukuran bahan memanjang adalah ukuran yang paling tepat, dikarenakan ukurannya yang tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil sehingga tidak menyebabkan terjadinya penggumpalan bahan saat proses ekstraksi berlangsung.

3.3 Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Rendemen Minyak

Dari Gambar 3 dapat diketahui pengaruh metode ekstraksi terhadap perolehan jumlah rendemen yang dihasilkan. Dua metode ekstraksi yang digunakan yaitu metode ekstraksi refluks dan ekstraksi ultrasonik. menurut teori, metode ekstraksi yang paling optimal untuk mengekstrak bahan adalah metode ekstraksi ultrasonik, karena metode ini hanya memerlukan waktu yang singkat sehingga lebih efisien. Namun pada penelitian ini jumlah rendemen minyak atsiri rimpang temu hitam yang dihasilkan dengan metode ekstraksi refluks lebih besar dibandingkan dengan metode ekstraksi ultrasonik. Hal ini disebabkan karena

wujud sampel yang digunakan pada proses ekstraksi tidak dalam bentuk pati ataupun serbuk seperti banyaknya penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, rendemen minyak terbanyak yang dihasilkan dari kedua metode ekstraksi sama, yaitu dimulai dari variasi ukuran bahan memanjang, melingkar, dan dadu. Rendemen minyak tertinggi dihasilkan dari variasi ukuran bahan memanjang pada ekstraksi refluks sebesar 4,989%.

Densitas tertinggi sebesar 0,8724 g/ml dihasilkan dari variasi ukuran bahan memanjang pada ekstraksi refluks. Indeks bias tertinggi sebesar 1,3487 dihasilkan dari variasi ukuran bahan melingkar pada ekstraksi refluks.

Hasil uji GC-MS menunjukkan adanya 29 senyawa yang teridentifikasi dalam minyak atsiri rimpang temu hitam. Dari seluruh variabel percobaan terdapat delapan komponen sebagai senyawaan dominan yang ada pada semua variabel yaitu *2,4-Di-spironorbornylcyclobuta-1,3-dione*, *Curdione/Neocurdione*, *β -elemen*, *Curzerene*, *Valerenal/Iso-Vellardiol*, *Elemene*, *Germacrone*, dan *Curcumol*.

4.2 Saran

Adanya banyak kekurangan dalam pelaksanaan penelitian ini, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan variabel yang lebih bervariasi, misalnya dengan jenis pelarut yang berbeda, variasi suhu, dan waktu ekstraksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, E., dan Tim Lentera. 2003. *Khasiat dan Manfaat Temulawak Rimpang Penyembuh Aneka Penyakit*. Agromedia Pustaka. Tangerang.
- Guenther, E. 1987. *Minyak Atsiri Jilid I*. Penerjemah S. Ketaren. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Gunawan, W. 2009. Kualitas dan Nilai Minyak Atsiri, Implikasi Pada Pengembangan Turunannya. *Seminar Nasional Kimia Bervisi SETS (Science, Environment, Technology, Society) Kontribusi Bagi Kemajuan Pendidikan dan Industri*. 21 Maret 2009, Semarang.

- Hestianah, E.P., Anwar, C., Kuncorojakti, S., Yustinasari, L.R. 2012. *Buku Ajar Histologi Veteriner*. Airlangga University Press (AUP). 63-64.
- Irawan, B. 2010. Peningkatan Mutu Minyak Nilam dengan Ekstraksi dan Destilasi pada Berbagai Komposisi Pelarut. *Skripsi*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Jan, H.U., M.A. Rabbani, Z.K. Shinwari. 2012. Estimation of Genetic Variability in Turmeric (*Curcuma Longa* L.) Germplasm Using Agromorphological Traits. *Pak. J. Bot.* 44: 231-238.
- Kamazeri, S.A., Samah, O.A., Taher, M., Susanti, D., dan Qaralleh, H. 2012. Antimicrobial Activity and Essential Oils of *Curcuma aeruginosa*, *Curcuma mangga*, and *Zingiber cassumunar* from Malaysia. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 5 (3): 202-209.
- Kartasapoetra, G. 2004. *Budidaya Tanaman Berkhasiat Obat*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Martin, I.M., Maria, F.Barreiro., Manuel, Coelho., Alirio, E.Rodrigues. 2014. Microencapsulation of essential oils with biodegradable polymeric carriers for cosmetic applications. *Chemical Engineering Journal*. 245: 191-200.
- Nurmalina, A., Satriana., dan Kiki, R. 2013. Ekstraksi Oleoresin dan Limbah Penyulingan Pala Menggunakan Ultrasonik. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 9 (4): 180-187.
- Rachman, F., Logawa, E.D., Hegartika, H., dan Simanjuntak, P. 2008. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Tunggal dan Kombinasinya dari Tanaman *Curcuma* spp. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*. 6 (2): 69-74.
- Rukmana, R. 2004. *Temu-temuan Apotik Hidup di Pekarangan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sari, A.M., dan Cikta, E.V. 2016. Ekstraksi Flavonoid dari Temu Ireng (*Curcuma aeruginosa* Roxb.) dan Aplikasinya pada Sabun Transparan. *Jurnal Ilmu Bahan*. 1 (1): 15.
- Sundari, D., dan M.W. Winarno. 2001. Informasi Tumbuhan Obat sebagai Antijamur. *Cermin Dunia Kedokteran*. 130: 28-31.
- Yuliawati, T.H., dan E.P. Hestianah. 2010. Cytotoxicity Effect of *Curcuma aeruginosa* Extract on Fibroblast with Assay Method. *Folia Medica Indonesia*. 46 (2): 120-124.